

Crónicas de un proyecto tecnológico en un Instituto del CONICET: la Planta Modelo Experimental de Agua Pesada (INTEC/INGAR)

Victoria Castro
(SINEP/CONICET)

Introducción

Tomé contacto por primera vez con el Instituto para el Desarrollo Tecnológico de la Industria Química (en adelante INTEC), a principios de 2009 cuando –por cuestiones laborales– debí entrevistar a un investigador que, *a priori*, allí se desempeñaba. Fui citada en el edificio que el instituto tiene en la calle Güemes, en el centro de la ciudad de Santa Fe. Luego de realizar mi entrevista, el investigador me ofreció hacer una visita a su instituto y me condujo dos cuadras hasta otro edificio, perteneciente en realidad al Instituto de Desarrollo y Diseño (en adelante INGAR). Dada mi confusión, pregunté sobre la filiación institucional de mi anfitrión a lo que respondió: *somos como una gran familia, muchos investigadores de INGAR eran antes del INTEC*. Él pertenecía, en realidad, al INGAR.

Sus palabras hicieron eco cuando, en 2013, ingresé como personal administrativo del CONICET en el INTEC y el entonces director me dijo *Te vas a sentir como en tu casa, acá nos conocemos todos* para darme la bienvenida. Meses más tarde, escuché a un investigador del INTEC argumentaba, en contra de una mudanza programada, que ese edificio había sido *su casa*. Ahora bien este investigador no solo explicitó, en su argumentación contra la mudanza, un fuerte arraigo y sentido de pertenencia respecto del espacio físico de su lugar de trabajo, también avanzó en conectar ese espacio con el pasado de la institución. Porque con ese espacio físico que él defendía se reconocía todo lo que el Dr. Cassano había hecho por ellos y por ese instituto, agregaba asociando el edificio a un pasado específico –el pasado fundacional– y a la figura del fundador.

Alberto Cassano, químico de formación, regresó de Estados Unidos en julio de 1968 luego de realizar su Doctorado en Ingeniería en la Universidad de California. En 1971 creó el Departamento de Graduados de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (en adelante UNL) con el propósito de abrir el primer doctorado en ingeniería de la Argentina.¹ En 1972 se incorporó al Departamento de Graduados Ramón Cerro, tercer doctor en Ingeniería que tuvo el país. Paralelamente, se amplió el espacio de trabajo, se incrementó el personal (hasta formar un grupo de aproximadamente 25 personas) y se envió al primer becario a formarse en el exterior.

¹ Cassano formó un grupo de investigación dentro del Departamento de Química Industrial. Para ello reclutó a dos estudiantes, Rabera y Cerdá, y a dos docentes La Cava e Irazoqui. A ese grupo se lo conoció como el “Grupo de Graduados”. En 1971 se constituyeron como Departamento de Graduados de la Facultad de Ingeniería Química. Un año más tarde tenían 2 directores de investigación, 4 colaboradores principales, 8 principiantes y 6 técnicos. MATHARAN, G.: “Investigación y Universidad. El caso de la investigación química en catálisis heterogénea (1959-1972)”, VII Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 2012, p.15.

Las actividades proyectadas para el Departamento de Graduados formaban parte, en realidad, de un plan de acción a largo plazo –redactado por el propio Cassano– con eje, por un lado, en la formación de recursos humanos altamente calificados y, por otro lado, en la creación de un centro multidisciplinario de investigación conformado por diferentes institutos. Sin embargo, la propuesta de creación de institutos, al menos en ese año, no prosperó, pese a que CONICET, la UNL y el Gobierno provincial de Santa Fe firmaran un convenio para armar el Centro Regional de Investigaciones Científicas y Técnicas que los encuadraría.²

Hacia 1975 el Departamento de Graduados de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL fue visitado por miembros de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) que estaban explorando las capacidades de investigación y desarrollo existentes en el país para desarrollar un proyecto de diseño de una planta piloto de agua pesada.³ Ese mismo año, aunque de manera independiente, desde el Departamento de Graduados se reactivaron las negociaciones para crear un instituto, frustradas por el fracaso del convenio entre CONICET y la Universidad. Estas nuevas negociaciones llegaron a buen puerto cuando en junio de 1975 se crea el INTEC como instituto de doble dependencia, rectorado de la UNL y CONICET,⁴ y se nombra a Alberto Cassano como primer director.⁵ La dependencia directa respecto del rectorado de la universidad (y no de la Facultad de Ingeniería Química a partir de la cual había surgido el Departamento de Graduados) apuntaba, según el propio Cassano, no solo a lograr una estructura institucional más ágil y con cierto grado de autonomía, sino a posicionarse desde una concepción multi e interdisciplinaria en la producción tecnológica.⁶ Una posición que se enmarcaba en una serie de discusiones que tenían como eje la producción de ciencia y de tecnología en el país, a la relación entre ambas en realidad, a los tipos de conocimiento (básico, aplicado, desarrollo de productos), finalidades y prioridades relativos a esa producción, y que ha sido ampliamente analizadas desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología tanto a nivel local como internacional.⁷

² El 1976, un año después del fracaso de ese convenio, un CONICET en expansión a raíz de la política científica y tecnológica instaurada por el gobierno militar que focalizaba en la institución como estrategia de debilitamiento del rol de las universidades, consideradas como foco de conflicto, reflató la iniciativa de crear Centros Regionales. Con el apoyo de créditos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se fundaron, en ese marco el CERIDE en Santa Fe (con la dirección de Cassano hasta 1979), el CENPAT en Puerto Madryn, el CRIBABB en Bahía Blanca y el CRICYT en Mendoza. Para un análisis de la expansión del CONICET y la creación de institutos durante la dictadura ver Bekerman, F.: *Reestructuración y dinámica del campo científico argentino durante la dictadura militar: el rol del financiamiento externo y las trayectorias académicas*. IECSAL-UNESCO, 2012. p. 2.

³ El ingeniero Aníbal Núñez, del área de Agua Pesada de la CNEA, visitó, además del Departamento de Graduados, a los grupos de Ingeniería Química de Bahía Blanca y de Ingeniería Química y Tecnología Química de la Universidad Nacional de La Plata.

⁴ Según el Convenio rubricado por el Rector de la Universidad Nacional del Litoral Dr. Celestino A. Marini y el Interventor del CONICET Dr. Vicente H. Cicardo y protocolizado por Resolución de Consejo Superior N.º 120, se establece el 25 de junio de 1975, como fecha de creación del Instituto. Un año y medio después, en diciembre de 1976 se crea el Centro Regional (CERIDE) y el INTEC junto al Instituto Nacional de Limnología (INALI) –creado en 1962– se integran a este.

⁵ En el INTEC, como sucedió en otros institutos creados en el mismo período, las autoridades “eran jóvenes, con poca antigüedad como miembros en la carrera del investigador (...) Constituían el grupo con mayor nivel de internacionalización: habían obtenido su doctorado en el exterior y becas de investigación en un país extranjero”. Bekerman, 2012 op.cit.

⁶ Cassano, A., “Análisis de un caso de Transferencia Tecnológica”, INTEC, Archivo de Dirección, 1980.

⁷ Para una profundización sobre estas discusiones ver Hurtado, D. “Periferia y fronteras tecnológicas. Energía nuclear y dictadura militar en la Argentina (1976-1983)”, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y

Lo que sigue no pretende detallar la historia del proyecto de desarrollo de agua pesada ni enumerar los acontecimientos que acompañan la consolidación del INTEC y la creación del INGAR en torno a este. Las páginas que continúan intentan, a partir de la articulación de documentos institucionales con las voces de algunos protagonistas, esbozar algunos de los aspectos centrales de un proceso complejo que involucró instituciones, actores, decisiones técnicas y políticas, obstáculos y expectativas en un contexto específico, el de la última dictadura cívico militar en Argentina. Un proceso no abordado con anterioridad y del cual se desprenden, al menos por ahora, más interrogantes que respuestas.

El proyecto de Planta piloto de agua pesada: los antecedentes

“Nuestra tarea estuvo asociada con la producción de energía nuclear para fines pacíficos con el empleo del uranio no enriquecido, lo que representa menor eficiencia que el que se usa en la mayor parte de los países desarrollados y que se denomina uranio enriquecido”.⁸

Esta cita, proveniente de uno de los últimos textos elaborados por Cassano antes de su muerte, el 12 de julio de 2014, permite introducir al proyecto que, según los entrevistados, consolidó la puesta en marcha del INTEC y derivó en la creación del INGAR, el proyecto se inició como Planta Piloto y luego pasó a Planta Modelo Experimental de Agua Pesada. Comencemos dando algunos datos acerca de este insumo de la tecnología nuclear y de los motivos en función de los cuales se decidió encarar dicho proyecto.

El agua pesada, que modera el flujo de neutrones y actúa como elemento de refrigeración, es un componente necesario para el funcionamiento de los reactores nucleares de producción de nucleoelectricidad que utilizan uranio natural como combustible. Ese es el caso de las tres centrales nucleares en funcionamiento en Argentina.⁹ La opción de utilizar este tipo de combustible, que incluye agua pesada como insumo, comenzó a tomar forma en el estudio de factibilidad que se desarrolló con vistas a incluir a la energía nuclear en la matriz energética argentina a fines de la década del 60. Una opción que se justificaba con fundamentos materiales –la disponibilidad de mineral uranio en el país– tanto como políticos: la búsqueda de independencia tecnológica¹⁰ y el incremento de capacidades autónomas en sectores claves de la industria asociados al desarrollo de tecnología nuclear (producción de elementos combustibles inclusive).¹¹ Esta misma opción se replicó cuando se decidió

Sociedad, vol. 5, N.º 13, 2009, pp. 27-64) y Oteiza, E.: La Política de Investigación Científica y Tecnológica Argentina. Historia y Perspectivas. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1992.

⁸ Cassano, A. “*Las atracciones de la ingeniería química: una profesión que reclama por todo*”, Logros y errores en ingeniería y la educación del ingeniero, ANCEFN: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Buenos Aires, 2015, pp. 11.

⁹ Atucha 1, en funcionamiento desde 1974, Embalse, desde 1983 y Atucha 2 desde 2014 utilizan uranio natural (o ligeramente enriquecido) en sus elementos combustibles. Hay otro tipo de reactores que funcionan con uranio enriquecido y agua liviana.

¹⁰ El uso de uranio enriquecido suponía una dependencia respecto de los proveedores de ese material ya que Argentina no contaba con la tecnología necesaria para enriquecer el uranio.

¹¹ Hurtado, D., “Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en

construir la segunda central de potencia, Embalse, emplazada en Río Tercero, con similares fundamentos.

En esa línea de pensamiento que apuntaba a explotar e impulsar recursos locales (sean minerales, humanos o industriales), el desarrollo nuclear argentino, con arraigo en CNEA, se propuso avanzar más allá de la elección del uranio natural. Avanzar, por ejemplo, en aquellas tecnologías anexas a la producción de nucleoelectricidad, como la de agua pesada, que resultaban estratégicas (sin agua pesada se paraliza el reactor) y respecto de las cuales se estaba inicialmente en situación de dependencia de un proveedor externo. Una dependencia riesgosa en tanto dicho insumo, como otros asociados a la tecnología nuclear, era un producto sensible y de acceso restringido debido a su eventual uso para el desarrollo de armamento nuclear. Una dependencia más riesgosa aún con el endurecimiento de las restricciones del mercado nuclear internacional luego de que la India detonara en 1974 su primer explosivo atómico y por la negativa argentina del firmar el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP).¹² En este marco la CNEA, que ya venía analizando el problema de la producción de agua pesada como parte del cierre del ciclo combustible,¹³ reactiva la discusión sobre cómo lograr autonomía en el abastecimiento de ese insumo hasta entonces importado desde Canadá. Con base primero en el Grupo de Procesos Químicos y luego del área de Agua Pesada de la institución, en 1975 concreta un Estudio de Factibilidad referido a la instalación, en el país, de una Planta de Agua Pesada.¹⁴ Con los resultados de ese estudio en mano, y para relevar las capacidades para llevarlo a cabo, personal de CNEA visita Santa Fe.

Consecuencia de esa visita, de los vínculos personales y profesionales que la motivaron y de las negociaciones que le siguieron, se firma en diciembre de ese mismo año el Convenio entre la UNL, el CONICET (en representación del recién creado INTEC) y la CNEA, con el propósito de diseñar un equipo, en escala reducida, para caracterizar las principales propiedades físico-químicas de un proceso para producir agua pesada, en principio a través de la simulación de una pequeña porción de una columna de intercambio isotópico. Más específicamente, el objetivo fue tratar de entender y probar una muy pequeña parte del funcionamiento de lo que podía ser considerada su base fundamental de operación, y de una envergadura que no excedía de una experiencia piloto de pequeña-mediana escala”.¹⁵

la Argentina (1945-1994)”, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, vol.7, N.º 21, 2012, pp. 163-192. El autor sostiene que la elección de uranio natural es un elemento central de la tecnopolítica nuclear argentina frente a la tendencia de la época a nivel internacional de abandonar esta línea por la del uranio enriquecido.

¹² Argentina se negó a firmar el TNP, abierto a la firma en junio de 1968, argumentando su carácter discriminatorio que restringía el desarrollo de proyectos de investigación, inclusive sin fines bélicos, entre los países firmantes (aunque no la destrucción de armamento en aquellos que ya lo poseían). (Hurtado, 2012, op. cit.).

¹³ El cierre del ciclo combustible implica la posibilidad de desarrollar localmente todos los insumos involucrados en el funcionamiento de un reactor productor de nucleoelectricidad, desde la extracción del uranio, la fabricación de los elementos, los componentes necesarios para el funcionamiento hasta el reprocesamiento del material radiactivo para su depósito final.

¹⁴ *Agua Pesada Argentina*, (en línea) Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear (APCNEA), Seccional Arroyito, 29/09/2011, Disponible en: http://www.apcnean.org.ar/publicacion.php?id_publicacion=174, consultado el 5 de enero de 2015.

¹⁵ Cassano, 2015, op. cit. p.14.

El proyecto, bajo la Dirección General del Dr. Cassano y la Dirección Técnica del Dr. Cerro, debía comenzar el 1º de marzo de 1976. El CONICET y la UNL realizarían el aporte de personal. CONICET otorgaría, además, las becas de iniciación y el respaldo en algunas adquisiciones de bienes de capital y de infraestructura, mientras la CNEA contribuiría con fondos para la ejecución y el compromiso de inversiones de importancia conforme su avance. Así “...nos empezamos a zambullir en un pedacito de lo que era una planta de agua pesada, lo que equivalía a sumergirnos profundamente, aunque sin querer, en el Plan de los Reactores Nucleares que trabajan con agua pesada”.¹⁶

El desarrollo de una planta de agua pesada “es ingeniería moderna pero no exótica a partir del intercambio de deuterio”.¹⁷ Técnicamente su producción supone el reemplazo de los dos átomos de hidrógeno presentes en una molécula de agua por dos átomos de uno de sus isótopos, denominado deuterio, que posee una masa superior a la del átomo de hidrógeno. El convenio original contemplaba los análisis y estudios correspondientes que permitieran proponer a la CNEA opciones para la reacción elegida y el tamaño óptimo que debería tener una “Planta Piloto de Agua Pesada”. La misma reacción podía realizarse, al menos, con nueve alternativas tecnológicas diferentes, el INTEC exploró siete de ellas y recomendó una. La opción sugerida consistía en construir en tamaño piloto uno o dos platos de una columna de intercambio isotópico, al estilo de las plantas de agua pesada existentes en Canadá, utilizando el sistema sulfídrico-agua ($\text{SH}_2\text{-H}_2\text{O}$).¹⁸

De Planta Piloto a Planta Modelo Experimental: el proyecto y sus contingencias

La denominada Junta Militar, que asumió tras el Golpe de Estado del 24 de marzo de 1976, planteó un violento reordenamiento tanto en materia política y social como económica. Este se tradujo en profundos cambios tanto en la estructura industrial, como en los enfoques de política económica. En esta última dirección, el ministro de economía, Martínez de Hoz, se propuso refundar la economía aplicando medidas en consonancia con una política neoliberal que se caracterizaban por la apertura del mercado y la especulación financiera. Estos cambios significaron la desarticulación y precarización de la matriz industrial nacional.¹⁹

Contrariamente, esta tendencia no afectó, como ya se mencionó, algunos de los procesos ligados al crecimiento del CONICET (en particular de su número de institutos de investigación) ni al sector nuclear, que contó con “con un importante apoyo durante la última dictadura militar, en contraste con el desmantelamiento de la investigación universitaria producido en aquella época”.²⁰ Considerando que los

¹⁶ R. Cerro, entrevista personal, 6 de febrero de 2015.

¹⁷ R. Cerro, ídem.

¹⁸ Cassano, 2015, op cit.

¹⁹ Para ampliar información en relación con el carácter regresivo de la reestructuración industrial en la Argentina ver Schorr, Martín. La desindustrialización como eje del proyecto refundacional de la economía y la sociedad en Argentina, 1976-1983. *Am. Lat. Hist. Econ* [online]. 2012, vol.19, n.º 3, pp. 31-56. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-22532012000300002&lng=es&nrm=iso, consultado el 7 de junio de 2015.

²⁰ Albornoz, M. y Gordon, A., “La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983-2009). en, Mario Albornoz y Jesús Sebastián (Ed.) Trayectorias de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España, CSIC, Madrid, 2011, pp. 67-122.

militares jugaban un papel decisivo en el avance de las áreas estratégicas orientadas a la industrialización del país –entre ellas la energética y con el sostén de la junta de gobierno, Castro Madero, físico y marino, presidente de la CNEA desde 1976, aprobó en 1979 el diseño de un plan nuclear de propósitos civiles. Un plan que autorizaba la construcción de 4 centrales nucleares de 600 Mw de potencia y que, a pesar de la débil situación de la economía argentina, multiplicaría el presupuesto de la CNEA superando los 1.000 millones de dólares anuales.²¹ Estas centrales, como la de Atucha 1 ya en marcha, funcionarían a uranio natural moderado con agua pesada. El plan nuclear incluía, además de la construcción de las nuevas centrales, el desarrollo de las instalaciones complementarias para el funcionamiento de esta tecnología nuclear.²² Entre estas instalaciones, las correspondientes a la producción de agua pesada que CNEA ya había iniciado en vínculo con INTEC.

La nueva coyuntura, sumada a los avances de la ejecución del cronograma del convenio inicial entre CNEA y CONICET-INTEC, derivó en una propuesta de cambio de escala del proyecto que la CNEA aceptó.²³ Como sugiere uno de los entrevistados “...después de un año que hicimos un reporte a Antúnez, Castro Madero y Núñez, era evidente que ese proceso con un poco más se podía producir no una cantidad muy grande, pero sí una cantidad de agua pesada que sirviera para reactores experimentales y se convino en hacer un proceso que produjera 20 toneladas por año”.²⁴

La aceptación del cambio de escala del proyecto, más allá de naturalización de una continuidad entre una primera y una segunda etapa de este que sugiere el citado testimonio, lo transforma, a partir de abril de 1976, en un programa de mayor envergadura tanto en términos científico-tecnológicos, como presupuestarios. Era un plan ambicioso y una oportunidad única para el novel instituto. Pero con el advenimiento del golpe de Estado, el grupo sufrió varias bajas. “El 26 de marzo hubo cuatro personas que desaparecieron. A uno lo metieron preso, uno había salido del país, hoy vive en Italia, y a los otros dos los habían metido presos y salieron del país. Ellos estaban trabajando en el proyecto y después del 24 de marzo no pudieron trabajar más”.²⁵

El cambio propuesto significó también un nuevo cronograma, un nuevo presupuesto que multiplicaba por veinte los aportes monetarios de la CNEA (USD1.000.000 por año hasta 1979) y la duplicación de recursos humanos en relación con el convenio anterior. Como contrapartida, el grupo de trabajo conformado debía dedicarse full time al proyecto.²⁶

²¹ Hurtado, D. “Periferia y fronteras tecnológicas. Energía nuclear y dictadura militar en la Argentina (1976-1983)”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 5, N.º 13, 2009, pp. 27-64.

²² Decreto N.º 302/1979, Norma consultada a través de InfoLEG, base de datos del Centro de Documentación e Información del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/ane-xos/220000-224999/223803/norma.htm>.

²³ La nueva propuesta del INTEC consistía en la ejecución de una Planta que contemplara la construcción de un módulo completo experimental y la elaboración de proyectos para seis rangos diferentes de producción de agua pesada, con la idea de replicar el rango de 20 por 10 y producir las 200 toneladas/año establecidas como meta, para fines de 1980, en el programa de la CNEA. (Cassano, 2015, op. cit.).

²⁴ R. Cerro, entrevista personal, 6 de febrero de 2015.

²⁵ R. Cerro, entrevista personal, 28 de mayo de 2015.

²⁶ Cassano, A., “El sociólogo y político que nunca fue”, *Revista Ciencia e Investigación, Reseñas*, tomo I, N.º 1,

Así, la CNEA acuerda en encomendar a INTEC “el diseño de una Planta Piloto de Agua Pesada que permita la construcción y operación de la misma a fin de obtener toda la información técnica y la experiencia necesaria para diseñar, construir y operar una Planta Industrial que produzca 400t/año de agua pesada grado reactor (99,8% D2O)”.²⁷ Para el INTEC esto implicaba, en concreto, trabajar en la determinación conceptual del proceso y desarrollar la ingeniería básica (descripción y el diseño de todos los equipos de la planta) que tuviera como producto la elaboración de un pliego de licitación que detalle sus procedimientos y especificaciones técnicas. Un nuevo convenio suscrito en enero de 1977 entre el CONICET, a través del INTEC y la CNEA, que fue denominado Planta Modelo Experimental de Agua Pesada (PMEAP) reemplazó al convenio anterior.²⁸ Como sugiere uno de los entrevistados, el objetivo final que motivaba a la CNEA “era tener una planta que hiciera lo mismo en cantidad que cualquiera de las que había en el mundo”²⁹ y, consecuentemente, lograr el abastecimiento local de un recurso estratégico. Sin embargo, para alcanzar ese fin había que empezar a investigar y producir en una escala intermedia “que pruebe la tecnología e incluso pueda hacer correcciones antes de pasar a la escala industrial”. Pruebas y correcciones que no se contemplaban ni podían realizarse a la escala de laboratorio del proyecto piloto original. Además de la elaboración del pliego de licitación, correspondía al personal del INTEC participar de la evaluación de las ofertas que se realizarían en torno a este así como supervisar el desarrollo de la posterior ingeniería de detalle (luego como veremos a cargo del INGAR), de la construcción, montaje y puesta en marcha por parte de la empresa adjudicataria de la licitación.

“El grupo de Cassano tenía experiencia en investigación académica, pero no en hacer una planta y mucho menos una planta con una tecnología que no estaba en los libros, que era estratégicamente guardada. Esa decisión, la CNEA la ratificó consiguiendo los recursos, hablando con CONICET y consiguiéndonos cargos de investigador. Nosotros teníamos antecedentes pero había que conseguir los cargos. Todo fue un gran acuerdo entre las partes, la CNEA, el CONICET y la UNL reconocieron que estábamos haciendo un trabajo importante”.³⁰

A fines del 76 el grupo de trabajo, que inicialmente estaba conformado por 12 investigadores de la UNL, 1 profesional, 2 ayudantes de investigación, 5 técnicos y 5 administrativos, se había duplicado y sumaba casi cincuenta personas.³¹ Las incorporaciones se fueron produciendo bajo las modalidades de ingreso a la Carrera de Personal Científico del CONICET para el caso de los investigadores, algunos con doble designación CONICET/UNL. También se sumaron profesionales y técnicos como

2013, pp. 59-72.

²⁷ Convenio CNEA-INTEC, INTEC, Archivo de Dirección, 1977.

²⁸ Los alcances del primer convenio suscrito en 1976 involucraban la exploración y el análisis de las alternativas tecnológicas para la producción de agua pesada en una escala reducida (2,5 toneladas por año).

²⁹ M. Chiovetta, entrevista personal, 31 de marzo de 2015.

³⁰ M. Chiovetta, entrevista personal, 31 de marzo de 2015.

³¹ INTEC. Organigrama de Trabajo Programa Planta Piloto de Agua Pesada, Archivo de Dirección, 1976.

Personal de Apoyo del CONICET o con designación de cargo docente en UNL y en una proporción menor por contrato con fondos directos de la CNEA. Los ayudantes de investigación ingresaron como becarios del CONICET.³²

En marzo de 1978 se entregó el pliego total con la descripción y diseño de todo el equipamiento de la planta que en 1979 se abrió a licitación. Las copias del pliego de licitación fueron vendidas sin restricciones a todos aquellos que se presentaron como interesados en hacerse cargo de la construcción de la planta, aunque en algunos casos el interés fuera más conocer el contenido de los pliegos que participar con propuesta concreta (por ejemplo, las Embajadas de Pakistán y de Estados Unidos). Tras analizar alrededor de 10 ofertas se eligió como adjudicatario para la construcción de la Planta Modelo Experimental de Agua Pesada a un consorcio nacional en ese entonces conformado por la empresa petrolera ASTRA CAPSA junto con AESA.³³ La empresa comenzó a trabajar en la ingeniería de detalle de la planta ya emplazada en los terrenos donde estaba en funcionamiento la central nuclear Atucha 1 (Lima, provincia de Buenos Aires).

En relación con los requerimientos de personal para las tareas posteriores a la licitación representaban contar con capacidad de contratación y mantener la capacidad de diseño para la supervisión de la ingeniería de detalle sobre la base de la ingeniería básica propuesta; la inspección de la construcción y montaje por parte de la empresa adjudicataria; la responsabilidad de la puesta en marcha incluyendo los manuales de operación, las políticas de puesta en marcha y parada, el régimen de seguridad, los programas de mantenimiento y la capacitación del personal de la CNEA para la operación.³⁴

La CNEA tenía restricciones en la contratación de personal, el CONICET y la UNL por su parte carecían de capacidad jurídica para su contratación, aun tratándose de un proyecto nacional, lo que les imposibilitaba absorber dentro de su estructura, gente que hacía desarrollo y transferencia tecnológica. Con el objetivo de asumir las tareas de ingeniería de detalle y de seguimiento de proceso de construcción y supervisión de la planta Modelo Experimental de Agua Pesada y facilitar los mecanismos de incorporación de personal para proyectos de transferencia, se crea, en septiembre de 1980, el Instituto de Desarrollo y Diseño Ingeniería Argentina (INGAR).

“El objetivo grande de ingeniería básica estaba cumplido y entregado, ahora se volvía una cosa más de ingeniería, entonces se decidió crear el INGAR para que hiciera eso”.³⁵ Este nuevo instituto nació por convenio entre el CONICET y la Fundación para el Arte, la Educación, la Ciencia y la Tecnología (ARCIEN) creada en 1977 como asociación civil sin fines de lucro. Entre los objetivos de dicha asociación se incluían

³² INTEC. Aclaraciones sobre fuentes de financiamiento institucionales del Programa “Planta Piloto de Agua Pesada”, Refuerzos Necesarios, Archivo de Dirección, 1976.

³³ Alfredo Evangelista SA (AESA) había incursionado tiempo antes en la explotación minera en Mendoza para la obtención de uranio enriquecido para la CNEA, creando Minera Sierra Pintada SA www.aesa.com.ar/historia.html.

³⁴ Cassano, 2015, op cit.

³⁵ M. Chiovetta, entrevista personal, 31 de marzo de 2015.

la gestión tecnológica y la administración de subsidios, entre ellos los recursos adjudicados al proyecto de agua pesada (importaciones, compra de insumos y equipos, contrataciones etc.) y la promoción de actividades artísticas a nivel local a través de un consejo asesor cultural, integrado por músicos, periodistas, escritores, pintores y artistas plásticos.

Con el retorno a la democracia, este tipo de fundaciones recibió, por parte de CONICET, un fuerte cuestionamiento a su accionar y el manejo de sus fondos.³⁶ Sin embargo algunos testimonios rescatan aspectos operativos de su funcionamiento. En este sentido el Dr. Cerro –ex director del INGAR– sostiene: “La Fundación no fue una cáscara, fue creada para hacer transferencia de tecnología; la contratación privada se la usó para la inversión de fondos y la parte del arte fue muy fuerte”.³⁷ La base de creación del INGAR fue parte del grupo de gente que dentro del INTEC desarrolló el Proyecto de Agua Pesada. Este grupo, que desde 1976 había adquirido una experiencia muy valiosa en el desarrollo y diseño de procesos. Por esta razón, el CONICET y la Fundación ARCIEN toman la decisión de preservar esta capacidad de ejecución que había sido creada gracias a la demanda de un proyecto tan especial.³⁸ “Con el dinero que mandaba la CNEA se hacían las compras para el proyecto, por requerimiento de los directores que también formaban parte de la fundación (...). Nosotros recibíamos los fondos y con eso hacíamos las licitaciones, las compras y se contrataba gente con todas las de la ley”.³⁹

Con el Dr. Cerro como su director, treinta integrantes del INTEC (que en ese momento contaba con unos 70 miembros), la mayoría participantes del Proyecto de Agua Pesada y con un perfil más ingenieril que académico⁴⁰, pasaron a formar parte del INGAR. Allí continuó el convenio con la CNEA desde 1981 hasta su finalización, en 1984. INGAR continúa con sus actividades hasta el presente, pero ese año, y con una inversión total cercana a los 100.000.000 de dólares, termina, junto a la empresa concesionaria, las tareas establecidas en el contrato de adjudicación. La Planta Modelo Experimental de Agua Pesada estaba construida, pero no en funcionamiento. La Argentina poseía el conocimiento necesario para el control de una tecnología propia en la producción de agua pesada.

Un final de proyecto con interrogantes

“En el plano de la ciencia y la tecnología, el estereotipo de que los gobiernos militares fueron “anticientíficos” remite a la intervención de las universidades pero omite que la inversión en ciencia y tecnología fue relativamente alta y que se dio gran impulso

³⁶ CONICET. Informe sobre Investigaciones de hechos ocurridos en el CONICET, período 76-83. EUDEBA, 1989.

³⁷ R. Cerro, entrevista personal, 28 de mayo de 2015.

³⁸ INGAR, Memoria Anual, 1981, pp.2.

³⁹ C. Chiliberti, entrevista personal, 30 de marzo de 2015.

⁴⁰ INTEC era una sola cosa, cuando pasan a ser más de 70 personas una parte pasa a formar el INGAR y quedan en el INTEC los más académicos y Ramón llevó a un grupo que eran los que seguían haciendo Ingeniería (M. Baltanás, entrevista personal, 30 de marzo de 2015).

a la investigación en temas nucleares y espaciales, como consecuencia de lo cual el sedimento de capacidad en física y en ciertas tecnologías complejas constituye hoy un activo del cual la ciencia argentina se enorgullece, sin cuestionar mucho su origen”.⁴¹

Pese a los procesos de industrialización y maduración tecnológica interrumpidos de la etapa dictatorial⁴², la ausencia de la agenda pública relativa a la ciencia y tecnología y la desarticulación de universidades e instituciones especializadas como consecuencia de las políticas implementadas por Martínez de Hoz⁴³, algunos nichos de desarrollo se mantuvieron. Es el caso, como anticipa la cita que encabeza este apartado, de los proyectos relacionados con el área nuclear, más precisamente con las aplicaciones de esta tecnología en materia energética, en los cuales, según la visión de algunos actores, continuó vigente la búsqueda de autonomía asociada al desarrollo nacional.⁴⁴ El proyecto de Planta Modelo experimental de Agua Pesada desarrollado por INTEC e INGAR que fue descrito en las páginas anteriores se enmarca, según las fuentes y testimonios consultados, en este tipo de proyectos. Ahora bien, en las fuentes y testimonios consultados para elaborar esta primera y parcial crónica del proyecto de agua pesada coexisten las afirmaciones de autonomía tecnológica y desarrollo nacional con elementos propios del tránsito del período dictatorial.

Mientras por un lado se afirma que el proyecto “tenía tanto peso que todas las puertas se abrieron” y se destaca el “entusiasmo y carisma porque era algo lindo, algo para la patria”⁴⁵ que lo caracterizaba, también se mencionan las dificultades a las que debió enfrentarse debido a las condiciones políticas del período, desde la persecución de algunos de los integrantes del proyecto a las restricciones para la compra de insumos “sensibles” en el exterior por la desconfianza que el gobierno militar provocaba y, sobre todo, por su negativa a la firma de los tratados relativos al control de la proliferación nuclear. El propio rol de la fundación ARCIEN, operativo al funcionamiento del proyecto (por ejemplo, para ejecutar las adquisiciones necesarias), pero asimismo cuestionado su formato en una denuncia que englobó las fundaciones asociadas a CONICET en ese período (discrecionalidad respecto al uso de los fondos, malversación)⁴⁶ también se orientan en la misma dirección. Las tensiones

⁴¹ Albornoz, M. y Gordon, A., 2011, op. cit., p.1.

⁴² Nochteff, H. “Reestructuración industrial en la Argentina: regresión estructural e insuficiencia de los enfoques predominantes”, *Desarrollo Económico*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, vol. 31, N.º 123, pp. 339-358 Buenos Aires, 1991.

⁴³ Nun, J. “Argentina: El estado y las actividades científicas y tecnológicas”. REDES, Vol. II, N.º 3, pp. 59-98, Centro de Estudios e Investigaciones, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, 1995.

⁴⁴ Hurtado, D., 2009, op.cit.

⁴⁵ R. Cerro, entrevista personal, 6 de febrero de 2015.

⁴⁶ En 1989 CONICET publica un “Informe sobre Investigaciones de hechos ocurridos en el CONICET, período 76-83”, el documento daba cuenta de la intervención de la Fiscalía Nacional de Investigaciones Administrativas y la Justicia Federal en lo criminal y correccional de la Capital Federal en pos de avanzar en el cese y esclarecimiento de denuncias respecto de la sistemática derivación de recursos del organismo durante el régimen militar mediante el cual se produjo la capitalización y enriquecimiento de asociaciones y fundaciones. En su página 5 afirmaba que “a través de asociaciones y fundaciones constituidas generalmente durante el mismo régimen militar, se tramitaron y concedieron cuantiosos subsidios por parte del organismo (...) las fundaciones y asociaciones efectuaban colocaciones financieras con los fondos y se apropiaban de las rentas. Mediante los subsidios directos y la capitalización de las referidas rentas lograron un enorme incremento patrimonial, fundamental-

que esta coexistencia presenta son uno de los focos de interrogación que se deriva de esta primera aproximación analítica a este proyecto de desarrollo de tecnología. Un foco de interrogación acerca de esta excepcionalidad que supone el desarrollo nuclear en la dictadura en términos de inversión, incremento de personal, apoyo a los proyectos, pero también prácticas autoritarias, manejos financieros cuestionados y persecuciones políticas, como revelan tanto algunos de los testimonios como la bibliografía.⁴⁷

Pero no es el único espacio de interrogación. También generan interrogantes los contrastes que suponen haber alcanzado la tecnología para construir la planta experimental de agua pesada de manera autónoma, haberla construido efectivamente, respecto de la compra llave en mano la planta industrial de Arroyito que suministraría efectivamente el agua pesada a los reactores argentinos desde la década del 90.

“Se ha de producir en un plazo muy breve, la total ruptura del control externo en esta área de tecnología nuclear sensitiva, dado que a partir del momento en que se compruebe que la Planta Experimental funciona y opera satisfactoriamente, ya no existirá ningún tipo de dependencia en esta tecnología particular”, afirmaba Cassano en 1980.⁴⁸ Efectivamente, la información contenida en los pliegos del llamado a licitación fue la prueba de la posibilidad de desarrollar la tecnología en el país. Ahora bien, según resaltan algunos testimonios, este logro tecnológico local generó un cambio en el contexto internacional de oferta tecnológica de agua pesada en el país, que significó la apertura del mercado externo de proveedores para la construcción de una planta industrial tras una negativa que se reiteraba hasta ese entonces.

“...les preguntamos a los canadienses por qué ahora se había abierto el mercado y en ese momento aparecían las ofertas. La respuesta fue muy simple: ‘Hemos estudiado el pliego de la licitación de la Planta Experimental. Ustedes ya lograron desarrollar la tecnología y el proyecto, con ajustes, va a funcionar. Para qué vamos a perder la oportunidad de hacer un buen negocio’. Esa fue la confirmación de que no nos habíamos equivocado por mucho”.⁴⁹

Consecuencia de esta apertura de mercado, en 1980 se aprueba el contrato entre CNEA y una empresa suiza para la provisión “llave en mano” de una Planta Industrial de Agua Pesada a instalarse en Arroyito, provincia de Neuquén, que abastecería del insumo a las centrales nucleares argentinas (Atucha 1 ya en funcionamiento y

mente en bienes inmuebles”. (CONICET, op. cit. 1989). En esta línea, el Dr. Cerro señala en la entrevista del 28 de mayo de 2015 *Existieron fundaciones que nunca hicieron otra cosa que manejar fondos de CONICET, cuando vuelve la democracia CONICET reclama los edificios que construyó ARCIEN con el dinero aportado y solicita a través de la fiscalía los libros de contabilidad. Los edificios se donaron y los libros entregados y devueltos sin observaciones.*

⁴⁷ Hurtado, D., 2009, op. cit., Spivak L'Hoste, A. “Fondos públicos, proyectos tecnológicos y violencia estatal: tensión de memorias de dictadura en una institución tecnocientífica argentina, *Revista MANA*, 2015, en prensa.

⁴⁸ Cassano, A. 1980, op.cit., pp. s/n.

⁴⁹ Cassano, A. 2015, op.cit., p. 12.

Embalse en construcción).⁵⁰ Aunque los santafecinos no hubieran quedado del todo afuera ya que participaron, a pedido de la CNEA, del proceso de evaluación de ofertas, se optó por una planta que utiliza una tecnología diferente a la que se proponía en los pliegos de licitación de la Planta Modelo Experimental.⁵¹

Y aquí emerge entonces ese segundo interrogante. Porque la puesta en marcha, los ensayos y producción real de la Planta Modelo Experimental de Agua Pesada se hizo pensando en un módulo industrial –con tecnología nacional– inspirado en esta. Y asumiendo, además, que la ejecución del módulo experimental proporcionaba la independencia tecnológica en el tema. Ahora bien, el esfuerzo financiero y humano puesto en el desarrollo de la planta así como en su construcción en el predio de Atucha 1 contrasta con el hecho de que, aún concluida, la planta nunca se puso en funcionamiento. Y contrasta asimismo con la posterior compra llave en mano de una planta industrial, que operaba con una tecnología diferente a la desarrollada en Santa Fe. Otro argumento que complementa este contraste, como sugiere uno de los entrevistados, es que tanto la Planta Experimental como el agua pesada que allí podría producirse no poseían salvaguardias, lo que significaba la libre disposición de la producción nacional y su uso. Disponer de Agua Pesada propia podría haber perfilado a Argentina como proveedor de dicho insumo. Pero esta opción, y pese a los argumentos de búsqueda de autonomía tecnológica que atraviesan las crónicas de los entrevistados, se dejó de lado con la compra llave en mano de la planta de Arroyito y la correspondiente aceptación de las restricciones y salvaguardias implicadas en dicha adquisición.

Hay explicaciones para este último interrogante. En esa dirección, el Director Técnico del Proyecto argumenta la imposibilidad de contar con una producción a escala industrial con tecnología nacional según los plazos requeridos para la marcha del Plan Nuclear. Además de cuestiones de cronograma y de lo perentorio de dichos plazos, el hecho de que Argentina no hubiera ratificado el Tratado de Tlatelolco (ratificado luego en 1994), se convertía en un obstáculo que Estados Unidos ponía a cada paso de la negociación con Canadá –proveedor del agua pesada de Atucha 1– para la adquisición de dicho insumo acelerando la urgencia⁵². “La conducción técnica de la CNEA analizo la necesidad de agua pesada para nuestros reactores. En ese momento era imprescindible para poder llevar adelante el plan de reactores argentino, tener agua pesada”.⁵³ Ahora bien, independientemente de estos argumentos, el contraste que supone esta compra final respecto de la defensa del desarrollo de competencias

⁵⁰ Los plazos para la ejecución de la PIAP de Arroyito por parte de la firma Sulzer Brothers no se cumplieron y ENSI SA (una empresa creada por CNEA y la provincia de Neuquén) concluye las obras y pone en marcha la planta en septiembre 1994. http://www.apcnean.org.ar/publicacion.php?id_publicacion=174.

⁵¹ La decisión del cambio de tecnología tuvo que ver con el hecho que la empresa suiza ofrecía una alternativa, de la cual no existían plantas construidas y a un costo menor que la que presentaba Canadá. (M. Chiovetta, entrevista personal, 31 de marzo de 2015).

⁵² La administración Carter prohibió a proveedores norteamericanos de tecnología nuclear toda venta a países que no hubieran firmado el TNP. Para respaldar esta política, Canadá anunció que no vendería agua pesada a la Argentina para la central de Embalse. (Hurtado, D. 2009, op.cit.)

⁵³ M. Chiovetta. entrevista personal, 31 de marzo de 2015.

locales en la generación de tecnología nuclear y, sobre todo, la búsqueda de autonomía obligan a revisar los objetivos, finalidades y plazos establecidos así como los procesos de toma de decisión asociados a ellos.

Algunos corolarios a modo de cierre

Afirma Cassano que la concreción de la Planta Modelo Experimental de Agua Pesada “...fue el mejor indicio de que habíamos hecho una excelente obra y, el principal miembro del Club de Londres, aplicó toda su potencia para romper lo que no había logrado hacer mientras trabajábamos nosotros con el INGAR (...) solo quedaron los recuerdos de una excepcional aventura con toda certeza exitosa, en el campo del desarrollo de tecnología autónoma...”.⁵⁴ Porque, más allá de que la resolución final haya sido la compra llave en mano de una planta para la producción de agua pesada en escala industrial, y que esta resolución aparezca como una decepción en algunos de los testimonios consultados, la aventura –retomando los términos de Cassano– se describe exitosa en algunas de sus consecuencias. Fundamentalmente en lo que implicó en la generación de competencias (profesionales, tecnológicas e institucionales) que efectivamente se derivan de todo este proceso. Competencias que se cruzan, además, con las motivaciones originales del director del proyecto que era la formación en doctores en ingeniería y el encuadre institucional en Argentina de dicha formación. En línea con lo expresado por Cassano, el recuerdo de Cerro rescata aspectos positivos “Aquí teníamos a lo mejor de lo mejor, era como si fuéramos en MIT de la Argentina y la gente que teníamos era la mejor que se podía conseguir. Habiendo estado en el exterior, yo sabía que los investigadores no eran ni más inteligentes ni más vivos que nosotros, de manera que si ellos lo podían hacer, nosotros lo podíamos hacer”.⁵⁵

El diseño y la ejecución del proyecto piloto y luego modelo experimental de agua pesada le permitió al INTEC primero y posteriormente al INGAR, crear y consolidar el primer grupo de trabajo que abordó líneas de investigación que eran orientadas específicamente a la industria nuclear en Santa Fe, pero que luego excedió dicha industria. Se trata del grupo de “Ingeniería de Procesos” que inició, de manera fundacional en Santa Fe y en el país, y en función del proyecto de agua pesada, trabajos en Simulación y Control de Procesos y Diseño asistido por computadoras. En esa época, existían a nivel académico, solo dos lugares en el mundo (Inglaterra y Estados Unidos) donde se trabajaba con modelos computacionales que simulaban el comportamiento completo de una planta química. Por iniciativa del Director Técnico del proyecto, el Dr. Cerro, y a pesar de las dificultades que implicó el acceso al instrumental técnico,⁵⁶ el equipo de Santa Fe se propuso desarrollar un programa de

⁵⁴ Cassano, A. 2015, op. cit., pp. 42.

⁵⁵ R. Cerro, entrevista personal, 28 de mayo de 2015.

⁵⁶ Como durante las primeras etapas del proyecto no se contaba con los equipos necesarios se estableció un contrato para hacer uso de la computadora que había adquirido pocos años antes la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, razón por la cual algunos integrantes del grupo viajaban en forma semanal y rotativa a Buenos Aires.

computadora que simulara matemáticamente el funcionamiento de una planta, su ingeniería, completa. El programa, que fue la base a partir de la cual se desarrollaron los pliegos de licitación, se diseñó y se desarrolló por computadora investigando, produciendo teóricamente y aplicando toda la información necesaria a esos fines. El resultado fue el desarrollo del primer simulador de procesos de agua pesada que existió por esos años en el país y que fue denominado PROSPRO (Programa de Simulación de Procesos).⁵⁷

Hacia 1980 el grupo ejecutor del proyecto de Agua Pesada en Santa Fe se encontraba ejecutando 25 proyectos más, de otra envergadura, algunos de contenido básico. Esto les permitió, hacer funcionar la alta calificación obtenida de la mano de la capacidad de dirección de investigaciones, inusual en ese momento, fuera del cordón Capital Federal-La Plata. “La idea importante no era la planta de agua pesada sino la proyección de lo que tenía que ser el INTEC, asegurarse de que se iba a hacer el doctorado, por lo tanto que se iba a seguir haciendo investigación de calidad”.⁵⁸ INTEC y el doctorado, dice Mario Chiovetta en este testimonio, resaltando no solamente el valor de la consolidación de una institución prácticamente creada en torno a este proyecto (y que hoy cuenta con 40 años de trayectoria⁵⁹), sino también de lo que implicaba la formación doctoral en ese marco. Una formación de investigadores y técnicos de nivel realizada de forma local, en número y calidad acorde con las necesidades de la región y el país, que reemplazó la necesidad de enviar estudiantes de posgrado para formarse en el extranjero. Formación que, en tanto objetivo institucional del INTEC,⁶⁰ comenzó a materializarse como consecuencia de la experiencia alcanzada en el proyecto de agua pesada que reseñan estas páginas. Como señalamos, sus alcances en términos de desarrollo de tecnología, las implicancias derivadas del cambio de escala operado, y las persecuciones políticas que sufrieron algunos de sus miembros, son elementos que forman parte de su trayectoria. Al mismo tiempo, el proyecto contribuyó a dar paso al primer doctorado

⁵⁷ La antesala del PROSPRO fue el primer simulador ligado a una base de datos denominado SIMBAD y desarrollado por el mismo grupo, “Cuando empezamos a configurar la ingeniería básica de la planta, una de las cosas que hicimos fue comprar un programa de administración de bases de datos. Todo se iba guardando en esa base de datos para que no estuviera disponible sólo en papel. En ese momento se nos ocurrió ligarlo al simulador que generaba la información para la base de datos.” (R. Cerro, entrevista personal, 28 de mayo de 2015).

⁵⁸ Entrevista al Dr. Mario Chiovetta, 2015.

⁵⁹ El Intec se creó el 25 de junio de 1975, pero su nacimiento data de 1968, cuando un pequeño grupo de investigación dentro del Departamento de Química Industrial de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL, comenzó a desarrollar sus investigaciones. Hoy, tiene una planta compuesta por casi 200 personas – investigadores, personal de apoyo, becarios y administrativos–, y es reconocido como uno de los tres mayores centros de investigación de ingeniería en Argentina. El Intec fue, además, un gran semillero de otros institutos de doble dependencia que nacieron como grupos de investigación en su interior. Así, en 1999 se creó el Instituto de Matemática Aplicada del Litoral a partir del Programa Especial de Matemática Aplicada del Intec, y en 2013 nacieron el Instituto de Física del Litoral y el Centro de Investigación de Métodos Computacionales. INGAR hoy, es conducido a través de un acuerdo firmado entre el CONICET y la Universidad Tecnológica Nacional, con sus Facultades Regionales Santa Fe (FRSF) y Rosario (FRR), y ARCIEN se ha consolidado como Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT). Desempeñan sus tareas en el instituto alrededor de 70 personas, entre investigadores, profesionales, técnicos y becarios (doctorales y posdoctorales) del CONICET. Actualmente se encuentra consolidado como instituto de investigación y transferencia de tecnología con líneas de investigación y desarrollo en ingeniería de procesos, nuevas tecnologías y sistemas de información, gracias a su experiencia y experticia asumió a pedido de CNEA –durante los años 90– las tareas de asesoramiento para el desguace de la planta.

⁶⁰ INTEC, Convenio de Constitución UNL-CONICET, Archivo INTEC, 1976.

en ingeniería de la Argentina, establecido en 1981 con un plantel docente que pertenecía al INTEC y al INGAR.⁶¹ Un doctorado con un plan de acción a largo plazo, y una reconocida actualidad, que retomaba las propuestas de formación de recursos humanos altamente calificados, anticipadas en la creación del instituto 40 años atrás.

Bibliografía

ALBORNOZ, M. y GORDON, A.: “La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983–2009)”, En ALBORNOZ, M y SEBASTIAN, J. (ed.) *Trayectorias de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España*, Madrid, CSIC, 2011, pp. 1-46.

BEKERMAN, F.: “Reestructuración y dinámica del campo científico argentino durante la dictadura militar: el rol del financiamiento externo y las trayectorias académicas”. IECSAL-UNESCO, 2012, pp. s/n. Disponible en: <http://www.iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=201&Itemid=770&lang=es> [Fecha de consulta: 28 de marzo de 2015].

CASSANO, A.: “Las atracciones de la ingeniería química: Una profesión que reclama por todo”, Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ed.) *Logros y errores en Ingeniería y la educación del Ingeniero*, Buenos Aires, Ediciones ANCEFN, Buenos Aires, 2015, pp.1-42.

--- “El sociólogo y político que nunca fue”, *Revista Ciencia e Investigación-Reseñas*, Tomo I, N.º 1, 2013, pp. 59-72.

CASTRO, V.: *Memoria Colectiva y Espacios Públicos: Una mirada comunicacional* (Santa Fe, 1983-1996), Ediciones UNL, Revista *Culturas*, N.º 3, 2001, pp. 31-38.

---“El Peso (paso) del tiempo en el INTEC. Relatos de Compromiso, Autonomía e independencia Tecnológica en dictadura”. INTEC, 1.º Edición ISBN N.º 978-987-45865-0-6, 2015, Santa Fe, 2015.

DAGNINO, R.; THOMAS, H. y DAVYT, A.: “El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica una interpretación política de su trayectoria”, Centro REDES, Buenos Aires *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Vol. III, N.º 7, 1996, pp. 13-51.

FRASCH, C. A.: “Carlos Castro Madero Hombre y Circunstancia (20 años después)”. *Boletín del Centro Naval de Buenos Aires*, Número 833, 2012, pp. 137-154.

HURTADO, D.: “Periferia y fronteras tecnológicas. Energía nuclear y dictadura militar en la Argentina (1976-1983)”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 5, N.º 13, 2009, pp. 27-64. Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92415269003>> ISSN 1668-0030 [Fecha de consulta: 7 de marzo de 2015].

--- “Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994)”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol.7, N.º 21, Buenos Aires, 2012, pp. 163-192.

MATHARAN, G.: “Investigación y Universidad. El caso de la investigación química en catálisis heterogénea (1959-1972)”, VII Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata, 2012, p.15, Disponible en: <http://jornadassociologia.fahce.unlp.edu.ar/actas/Matharan.pdf/at_download/file> ISSN 2250-8465 [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2015].

NOCHTEFF, H.: “Reestructuración industrial en la Argentina: regresión estructural e insuficiencia de los enfoques predominantes”, *Desarrollo Económico*, Instituto de Desarrollo Económico y Social, vol. 31, N.º 123, Buenos Aires, 1991, pp. 339-358.

NUN, J.: *Argentina: El estado y las actividades científicas y tecnológicas*. REDES, Vol. II, N.º 3, pp. 59-98, Centro de Estudios e Investigaciones, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, 1995.

OTEIZA, E.: *La Política de Investigación Científica y Tecnológica Argentina. Historia y Perspectivas*. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1992.

SABATO, J.: *Estado, política y gestión de la tecnología: obras escogidas 1962-1983*, HARRIAGUE, S. y QUILICI, D. (comps.), UNSAM EDITA, Buenos Aires. 2014.

SABATO, J.; WORTMAN, O. y GARGIULO, G. (1978): “Energía atómica e industria nacional”, SG/P.1, PTT/47. OEA. En QUESADA, L. (ed.) *Instituto de Tecnología “Profesor Jorge A. Sabato”*. CNEA-UNSAM, Buenos Aires, 1996.

⁶¹ Cassano, A., op. cit, 2013.

SCHORR, M.: "La desindustrialización como eje del proyecto refundacional de la economía y la sociedad en Argentina, 1976-1983", *Revista de Investigación América Latina en la Historia Económica*, vol. 19, N.º3, México, 2012, pp. 31-56, Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=279123576002>> ISSN 2007-3496 [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2015].

SPIVAK L' HOSTE, A.: El Balseiro. Memoria y emotividad en una institución científica argentina. Colección La otra ventana. Ediciones Al Margen y CAS-IDES, La Plata, 2010.

--- Fondos públicos, proyectos tecnológicos y violencia estatal: tensión de memorias de dictadura en una institución tecnocientífica argentina. *Revista Mana*. Río de Janeiro, En Prensa, 2015.

YANUZZI, M. de los A.: Política y Dictadura. Los partidos políticos y el 'Proceso de Reorganización Nacional' 1976-1982, Rosario, FUNDACIÓN ROSS, 1996.

Fuentes

APCNEA: Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear, Seccional Arroyito. http://www.apcnean.org.ar/publicacion.php?id_publicacion=174.

ARCHIVO INGAR. Memoria Anual. 1981.

ARCHIVO INTEC. Organigrama de Trabajo Programa Planta Piloto de Agua Pesada, 1976.

---Aclaraciones sobre fuentes de financiamiento institucionales del Programa "Planta Piloto de Agua Pesada". Refuerzos Necesarios. 1976.

---Memoria Anual y Cuenta de Inversiones del INTEC. 1978.

---Convenio CNEA-INTEC. 1976.

---Convenio CNEA-INTEC. 1977.

---Programa Planta Modelo Experimental de Agua Pesada. Personal, Materiales, Procedimientos. INTEC. 1978.

---Pliego de Licitación. 1978.

---CNEA. Anteproyecto de Planta Industrial de Producción de Agua Pesada. 1980.

---Cassano, A. La integración del esfuerzo científico-técnico: El Instituto Tecnológico para la Industria Nacional de la UNL. 1973.

---Cassano, A. Análisis de un caso de Transferencia Tecnológica. 1980.

CONICET. Informe sobre Investigaciones de hechos ocurridos en el CONICET, período 76-83. EUDEBA, 1989.

CNEA, Resumen de Actividades 1950-1983, Dirección Proyectos Agua Pesada, Buenos Aires, 1984.

DIARIO EL LITORAL, Sección Opinión, Edición 13/01/2011. <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2011/01/13/opinion/OPIN-03.html>.

DIARIO EL LITORAL, Sección Opinión. Edición 14/03/2011. <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2011/03/14/opinion/OPIN-03.html>

FORO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ESPAÑOLA, Manual de Tecnología Nuclear para periodistas, 2004, http://www.nuclenor.org/public/otros/manual_tecnologia_periodistas.pdf. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, base de datos del Centro de Documentación e Información, InfoLEG, <http://www.infoleg.gov.ar/>

Entrevistas

Dr. Miguel Baltanás, actualmente investigador principal del CONICET en INTEC, participó durante dos meses del Proyecto de Agua Pesada hasta su exilio en 1977, regresó al país en 1985.

Dr. Ramón Cerro, actualmente profesor y asesor de posgrado de Ingeniería Química de la Universidad de Alabama en Huntsville (Estados Unidos), fue director técnico del Proyecto de Agua Pesada y fue director del INGAR entre 1980 y 1984.

Ing. Carlos Chiliberti, jubilado de la Carrera de Personal de Apoyo del CONICET, tesorero de Fundación ARCIEN y director del CERIDE entre 1979 y 1985.

Dr. Mario Chiovetta, actualmente Investigador Principal del CONICET en INTEC y director del Centro de Investigación y Transferencia de Formosa, Misiones (CIT-Formosa/CONICET), participó del Proyecto de Agua Pesada desempeñándose como Responsable de Lógica.

Dr. Roberto Pozo, actualmente profesor de la Facultad de Ingeniería Química, integrante de la Comisión para la Recuperación de la Memoria por la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral.